

向建成科技强国目标坚定迈进

科技访谈录·量子科技

写在前面

盛夏的北京，一场擘画未来的科技盛会激荡人心。7月8日上午，国家科学技术奖励大会、两院院士大会、中国科协第十一次全国代表大会隆重召开。习主席出席大会，为国家最高科学技术奖获得者等颁奖并发表重要讲话，为新时代新征程科技事业明确实践路径，注入磅礴力量。

科技浪潮，奔涌不息。习主席在重要讲话中回顾了2024年6月全国科技大会召开后，我国科技事业取得的一系列新成就：人工智能、量子科技、生命科学、物质科学等领域重大原创成果不断涌现，“嫦娥六号”实现人类首次月球背面采样返回，智能机器人、无人机等科技攻关和产业发展亮点纷呈，创新药物实现从模仿、跟进开发到首创的跨越，农作物自主选育品种面积超过95%……科技进步日新月异，科技的火花点亮民族复兴的天空。

今天，我们不再是世界科技的“旁听生”，而是日益走上科技舞台中央的“领舞者”。

我国正从全球科技参与者、贡献者向开拓者、引领者加速转变，成为创新力上升最快的国家之一。

形势催人，也逼人。这是时代的号角，更是历史的召唤——距离2035年建成科技强国，我们已经步入最关键的十年冲刺期。我们必须抓住历史机遇，迎接时代挑战，加快推进高水平科技自立自强，向着建成科技强国的目标坚定迈进。

每一个科技突破，都凝结着无数科技工作者的智慧与汗水，都伴随着筚路蓝缕、攻坚克难的动人故事。它们不仅是驱动社会生产力跃升的澎湃动力，更是激励后来者勇攀高峰、接续奋斗的精神密码。

从今天开始，本版推出“向建成科技强国目标坚定迈进·科技访谈录”系列策划，邀请奋战在各前沿领域、重大工程一线的科技工作者讲述科研路上的攻关故事和对科技发展大势的深邃思考，共同展望以高水平科技自立自强支撑中国式现代化的壮丽图景。

科学的历程

今年高考语文卷中，一组阅读试题选材聚焦“深渊探索”这一国际前沿科技领域，引起人们热议。

自古以来，“深渊探索”便是未知与危险的代名词。在海洋学中，水深6000至11000米的海域被划定为超深渊带。漆黑无边的超深渊带是最极端的地球环境之一，水压强度最高可达1100多个大气压，这相当于每平方厘米的面积上承受1.1吨的重量，这个重量足以瞬间碾压损毁一切普通设备。

事实上，人类对深渊的探索时间，尚不足百年。

早期人类对深海的认知近乎空白，仅能依靠铅锤绳索粗略测量海水深度，对海底地貌环境一无所知。直到近代深潜技术诞生，人类才拥有了近距离接触深渊的能力。1960年，美国“的里雅斯特”号深潜器首次抵达万米海底，探测证实深海并非死寂的荒漠，深海中也有多种不同的地貌环境。

“量子力量”撬动未来

——对话国防科技大学理学院研究员邹宏新

■张照星 王捷 本报记者 程雪

从“墨子号”量子科学实验卫星实现星地通信，到“九章”“祖冲之”系列量子计算机不断刷新计算纪录，量子科技正在从物理学的理论殿堂走向大国博弈的实战前沿。量子科技正以前所未有的速度重新定义人类传输与处理信息的边界，被视为未来战争形态的“颠覆技术”。

7月8日召开的国家科学技术奖励大会、两院院士大会、中国科协第十一次全国代表大会，明确将量子科技列为我国需要集中攻关的前沿技术领域，提出要聚焦人工智能、量子科技、生命科学等前沿方向，统筹推进原始创新与关键核心技术攻关。

这彰显了我国在量子科技这一关键赛道攻坚创新的决心与信心。那么，量子是如何从晦涩的公式中走出，成为推动社会进步、保障国家安全的“重器”“利器”？面对尚未完全被开发的量子“无人区”，我们又将如何实现从“并跑”到“领跑”的跨越？

本期，我们对话国防科技大学理学院研究员邹宏新，跟随他的讲述，一同推开这扇通往量子世界的神秘之门。

我国量子科技跑出“加速度”

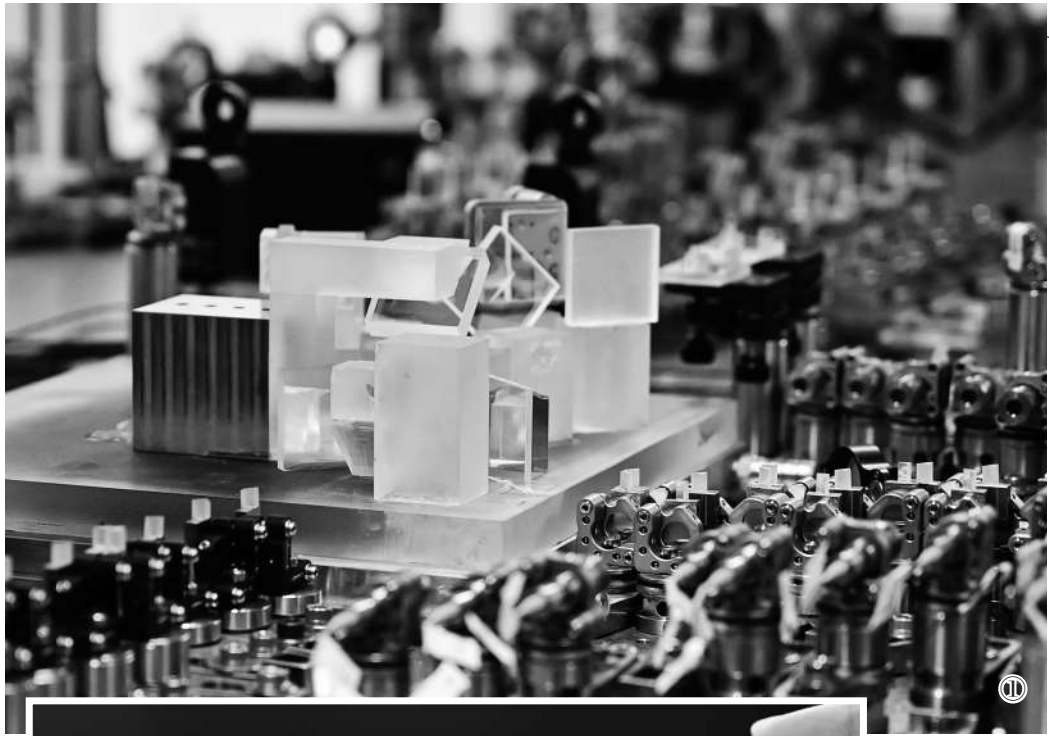
记者：结合刚刚落幕的大会，您能否用几组硬核数据、标志性成果，直观展现当前我国量子科技在全球创新版图中所处的位置？

邹宏新：经过多年自主攻关，我国量子科技已形成全方位、体系化的发展格局，在通信、计算、精密测量三大核心领域各有突破，技术水平整体稳居全球第一方阵。

在量子通信领域，我国处于国际领先地位。2016年，我国成功发射全球首颗量子科学实验卫星“墨子号”，奠定了星地量子通信技术基础；2020年，科研人员依托“墨子号”完成千公里级基于纠缠的量子密钥分发，突破远距离量子通信核心难题。目前，我国已建成总长超万公里、全球唯一的天地一体化量子通信光纤网络。2025年，我国又成功实现中国至南非上万公里星地量子通信，再度刷新世界纪录，持续巩固全球量子通信领跑优势。

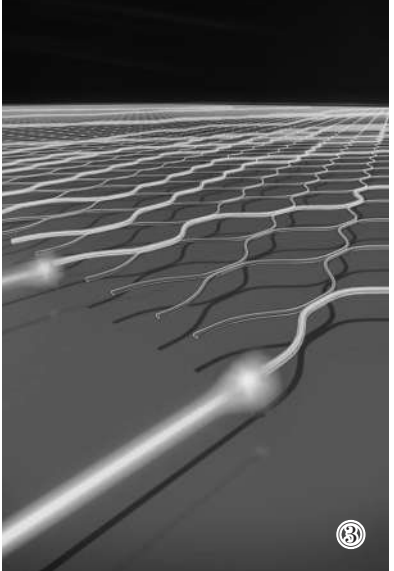
在量子计算领域，我国稳居国际第一方阵，具备独有技术优势。“量子计算优越性”是衡量一个国家量子计算实力的关键指标。放眼全球，中国是世界唯一一个同时在超导量子和光量子两大技术路线上，都实现“量子计算优越性”的国家。

在量子精密测量领域，我国多项



图①：“九章四号”量子计算原型机局部。
图②：量子加密对讲终端。
图③：光子干涉示意图。

新华社发



核心指标已比肩甚至超越欧美顶尖科研团队。科研人员依托自主研发的量子重力仪，可捕捉毫微米级重力细微变化。目前，量子重力仪已应用于地下资源勘探、地质灾害预警等领域；由中国科学院国家授时中心与国防科技大学光钟团队联合研制的空间锶原子光钟，更成为全球首台成功在轨运行的冷原子光钟，填补了国际相关技术空白。

从“幽灵”到“基石”的量子世界

记者：当前，不少普通民众依旧难以理解量子世界，有的甚至认为这是一个科幻概念。站在一线科研工作者的角度，该如何通俗地阐释量子的科学定义，帮助大众理解这项前沿技术？

邹宏新：量子的含义其实十分朴素。1900年，科学家普朗克在研究“黑体辐射”时发现，能量并不是像水流那样连续泼出去的，而是以最小单元、一份一份传递的。这份不可分割的最小单元，就是量子。

量子科技之所以看似“晦涩反常”，核心是其三大核心特性完全颠覆了人类对宏观经典世界的认知。不过，这也是其具备超强技术优势的根源。

一是量子叠加态。量子叠加态赋予量子计算机天然的并行计算能力，量子计算机不需要像传统电脑那样，对逐

个数据进行遍历计算。这也是量子计算机算力远超经典计算机、实现指数级算力突破的核心原理，是经典算力体系无法逾越的技术天花板。

二是量子纠缠态。两个处于纠缠状态的量子粒子，无论相隔多远，仍可实现瞬时关联。我们只需观测其中一个粒子的状态，即可瞬间确定另一个粒子的状态，整个过程无需任何信号传输，不受电磁、引力等外界因素干扰，是实现远距离量子通信的核心基础。

三是量子不可克隆定理。未知量子态无法被精准复制，任何窃听、探测行为都会扰动量子原有状态。这一特性使量子通信技术从物理层面杜绝了窃听风险，保障通信双方通信内容绝对安全。

记者：未来，量子通信、量子计算、量子精密测量这三大量子科技板块，将解决人类社会的哪些痛点？

邹宏新：量子科技的价值，集中体现在破解传统技术无法突破的三大行业痛点。

第一，破解数字社会信息信任危机。当前全球网络安全风险加剧，很多国家纷纷采取相关措施应对风险。美国已明确要求相关机构限期完成向量子通信技术的迁移。凭借绝对的物理安全特性，量子通信技术可从根源上杜绝信息泄露、破解风险，筑牢数字社会、政务、金融、国防的信息安全基石。

第二，破解算力不足难题。面对新药研发、气象模拟、金融优化等领域的

复杂难题，经典超算算力缺口突出。量子计算凭借独特的并行运算能力，为破解算力瓶颈、攻克复杂科学难题提供了全新技术路径。

第三，破解人类感知的物理极限。传统传感器精度有限，探测范围受限，难以实现精细化、深层次探测。量子精密测量技术彻底打破了这一局限：冷原子重力仪可捕捉微小重力变化，无需大规模钻探即可精准监测地震前兆、地下管网隐患；量子脑磁图仪以无创方式绘制人脑活动图谱，为癫痫、阿尔茨海默病等神经系统疾病的早期筛查、精准诊断提供全新手段。此前这类高端量子测量设备造价高昂，应用仅局限于顶尖科研场景，如今已逐步落地民用领域，真正实现了科研成果普惠民生。

量子时代的机遇与挑战

记者：尽管国家层面已经对量子科技中长期攻关、产业转化等作出系统性规划，但大众普遍感觉量子技术依旧停留在实验室阶段。从行业发展趋势来看，我国量子科技距离规模化产业落地还有多长时间？普通民众可以在日常生活中感知到哪些具体的量子技术应用？

邹宏新：从整体上看，量子科技处于迭代升级、分步落地的阶段。不过，

不同技术路线的进展进程各不相同，部分技术早已悄然融入大众日常生活。

量子通信已率先进入实用化阶段。目前国内量子加密通信用户已接近600万户，量子云印章在3000余家单位试点应用。日常使用的银行APP、政务网络，以及冬奥会、亚运会等重大活动的专用通信链路，均已搭载量子密钥分发技术，只是该技术隐藏在后台链路中，大众难以直观感知。

量子计算仍处于原型机验证阶段。“九章”“祖冲之”系列原型机持续突破，让我国稳居相关技术全球第一方阵。不过，目前通用型量子计算机仍需进一步攻关，还需攻克纠错技术、保真度提升、室温运行、软件生态完善等核心难题。但业内共识已明确，未来5年左右，面向气象预报、新药筛选、工业优化等场景的专用量子计算机有望实现商用落地。

量子测量处于部分场景应用阶段。例如，我们日常使用的北京时间基准、卫星地图导航，背后均有量子时钟技术支撑。整体来看，量子科技早已走出实验室，渗透到民生、政务、工业、国防等多个领域。

记者：回顾这些年深耕量子领域的经历，最让您感到振奋的变化是什么？如何看待量子科技的发展前景？

邹宏新：最深刻的变化，是我国量子科研实现了从“被动跟跑”到“主动原创”、从“跟随标准”到“制定标准”的根本性转变。

刚开始做研究时，我常常跟进国外科研方向、复刻解读国际技术成果，研究思路、技术路线、科研议题均由国外主导，我们始终处于追赶状态。如今格局彻底改变，我们已经构建起自主可控的量子技术研究体系，拥有了更多话语权。面向未来，我们敢于挑战“量子无人区”的技术难题，力争实现相关技术全球首创突破。

这样的角色切换让我倍感振奋。这意味着，新一代科研人员脑子里想的数据，靠的是什么？他们靠的不是比今天更好的条件，而是“国之所需，我之所向”的信念。

今天我们的实验室条件比当年好了不知多少倍，但那份科研报国的初心与精神始终是相通的。量子科技不是哪一个人的事业，它关乎国家未来的信息安全和科技核心竞争力。向着建成科技强国的目标坚定迈进，我们不能指望别人把关键技术交到自己手上。在量子科技这条赛道上，我们只有依靠自主攻坚、自立自强，才能站稳脚跟、跑在前面。

我想对青年学子说：你们赶上一个最好的时代，我们和世界同行站在了同一起跑线上。投身这个领域，请把目标设得高远一些。每一微秒量子相干时间的延长、每一次量子态的稳定操控，都是在为“科技强国”这四个字添上实实在在的注脚。当你们的成果写进下一代量子计算机的代码里，嵌进保障国家安全的密钥系统中，你们会发现：个人的星光虽小，但汇聚起来，就是照亮中华民族科技未来的火炬。

栏头设计：杨磊

『深渊探索』知多少

■吴宪宇 李芮

此后数十年间，从无人深潜器实现抓取海底样本等功能性突破，到材料、通信、能源、浮力等深潜核心技术持续革新，深渊探索领域有了越来越多新突破。

2020年，我国“奋斗者”号潜水器成功抵达马里亚纳海沟10909米深处，完成观测、采样、记录等科考任务。

2024年，我国“梦想”号大洋钻探科考船正式入列，最大钻深可达11000米，是全球钻探能力最强、科学实验功能最全的大洋钻探科考船。它的入列，标志着我国深海探测能力迈向新阶段。

很多人疑惑，耗资巨大成本去探索深渊，究竟意义何在？

这是因为，万米深渊是地球留给人类的天然科研宝库，藏着解读生命、地球生态与未来资源的密码。

——深渊改变了人类对生命的认知。过去科学界认定，没有阳光就无法形成生态系统，由此推出“深海必然是生命荒漠”的结论。直到1977年，“阿尔文”号深潜器在东太平洋2500米深的海底发现了不同的景象。探测发现，管虫、深海虾等生物可以依靠化学能在深海中存活，形成了独立于阳光之外的生态体系。这一发现改变了人类对生命的存续方式的认知，也为探测外星生命提供了全新思路。

——深渊是观测地球运动的“天然监测站”。全球绝大多数海底地震、海啸的发生，都源自海洋板块俯冲带的变化。深海岩层与沉积物中，封存着千万年来地壳运动、海洋气候变化的完整记录。通过深渊探索，科学家能追溯地质活动规律，为预警自然灾害、研究地球生态提供关键数据支撑。

——深渊中藏着海量战略资源。除了我们熟悉的可燃冰，深渊中还藏着巨量不同类型的能源。其中，海沟边缘斜坡上的富钴结壳、热液活动区的多金属硫化物矿床，已经成为不少国家的重点关注目标。

据悉，加拿大TMC金属公司、日本石油天然气金属矿物资源机构等派出的全海深采矿车，已在太平洋进行了多轮海试，为下一步能源探测作准备；美国海军长期资助深渊探测技术研发，其“深海作业系统”可潜至深海6000米，用于打捞、布设和回收水下装备。

目前，科学界对深渊的探索已告别单纯的“打卡下潜”模式，进入“深耕利用”的新阶段。从深海地质勘探、生态保护，到海洋工程运维、海洋安全保障，深渊科技的应用还在不断拓展。未来，随着人机协同作业等技术的普及，人类对深渊的认知将更加全面、立体。